



**RECHERCHES ET ETUDES PHYTOSANITAIRES
CONDUITES AU MALI**

RAPPORT DE LA CAMPAGNE 2007

RENOU Alain (CIRAD)

**Partenaires : TOGOLA Mamoutou (IER)
TERETA Idrissa (IER)
BAGAYOKO Boubou (IER)**

SOMMAIRE

MODULATION DES SEUILS D'INTERVENTIONS CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI	4
1 Justification	4
2 Objectifs	4
3 Matériel et méthodes.....	4
3.1 modalités étudiées.....	4
3.2 dispositif statistique	4
3.3 conditions de culture.....	4
3.4 observations	5
4 Résultats	5
5 Conclusions et discussion	7
INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LES PERFORMANCES DU PROGRAMME ACTUEL D'INTERVENTIONS SUR SEUIL AU MALI.....	8
1 Justification	8
2 Objectifs	8
3 Matériel et méthodes.....	8
3.1 modalités étudiées.....	8
3.2 dispositif statistique	9
3.4 conditions de culture.....	9
3.4 observations	9
4 Résultats	9
5 Conclusions et discussion	14
VARIATION DE L'EFFICACITE DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN FONCTION DE LA DENSITE DE PLANTATION AU MALI	15
1 Justification	15
2 Objectifs	15
3 Matériel et méthodes.....	15
3.1 modalités étudiées.....	15
3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires.....	16
3.3 conditions de culture.....	16
3.4 observations	16
4 Résultats	17
5 Conclusions et discussion	21
INTERET DE L'ECIMAGE RAISONNE DES COTONNIERS AVEC DES INTERVENTIONS SUR SEUIL AU MALI.....	23
1 Justification	23
2 Objectifs	23
3 Matériel et méthodes.....	23
3.1 modalités étudiées.....	23
3.2 dispositif statistique	24
3.3 conditions de culture.....	24
3.4 observations	24
4 Résultats	24
5 Conclusions et discussion	28
DEFINITION DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL POUR DE FORTES POTENTIALITES DES CULTURES AU MALI	29
1 Justification	29
2 Objectifs	29

3 Matériel et méthodes.....	29
3.1 modalités étudiées.....	29
3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires.....	29
3.3 conditions de culture.....	30
3.4 observations.....	30
4 Résultats.....	30
5 Conclusions et discussion.....	34
CONFIRMATION DE L'INTERET D'UNE NOUVELLE REGLE POUR LES INTERVENTIONS SUR SEUIL CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AU MALI.....	35
1 Justification.....	35
2 Objectifs.....	35
3 Matériel et méthodes.....	35
3.1 modalités étudiées.....	35
3.2 dispositif statistique et parcelle élémentaire.....	35
3.3 conditions de culture.....	36
3.4 observations.....	36
4 Résultats.....	36
5 Conclusions et discussion.....	40
VARIATION DE LA RENTABILITE DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN FONCTION DES POTENTIALITES DES CULTURES AU MALI	41
1 Justification.....	41
2 Objectifs.....	41
3 Matériel et méthodes.....	41
3.1 modalités étudiées.....	41
3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires.....	41
3.3 conditions de culture.....	41
3.4 observations.....	42
4 Résultats.....	42
5 Conclusions et discussion.....	45

MODULATION DES SEUILS D'INTERVENTIONS CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

Actuellement dans les programmes d'intervention sur seuil le même niveau d'infestation en chenilles carphages est requis tout au long de la campagne pour intervenir contre ces ravageurs. Cependant compte tenu de l'évolution en cours de campagne de l'offre en organes fructifères d'un plant de cotonnier et de l'importance des premières positions fructifères dans la production d'une parcelle, il pourrait être intéressant d'utiliser des seuils plus bas en début de campagne qu'en fin de campagne.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude fut de confirmer ou non l'intérêt de moduler en cours de campagne le seuil d'intervention contre les chenilles carphages.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Un seul facteur a été étudié et concernait la protection contre les chenilles carphages à partir du 45^{ième} JAL. Il présentera 4 niveaux :

PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL)

SEUIL1 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieur à 5 chenilles pour 25 plants

SEUIL2 = interventions avant le 45^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 1 chenille pour 25 plants, entre le 45^{ième} et le 65^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 2 chenilles pour 25 plants, entre le 65^{ième} et le 85^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 4 chenilles pour 25 plants et après le 85^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 8 chenilles pour 25 plants

SEUIL 3 = interventions avant le 45^{ième} JAL si une chenille carphage est observée en examinant 50 plants, entre le 45^{ième} et le 65^{ième} JAL si une chenille carphage est observée en examinant 35 plants, entre le 65^{ième} et le 85^{ième} JAL si une chenille carphage est observée en examinant 16 plants et après le 85^{ième} JAL si une chenille carphage est observée en examinant 7 plants

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyrèthrine organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif statistique en blocs de Fisher à 12 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (seules les six lignes centrales furent concernées par les applications insecticides).

3.3 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement, densité de plantation et fertilisation minérale) ont été celles recommandées par le développement. Le semis a été réalisé le 21 juin.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire pour les parcelles pour les parcelles recevant les programmes de protection PV, SEUIL 1 et SEUIL 2 et sur un nombre de plants qui a varié au cours de la campagne pour les parcelles recevant le programme de protection SEUIL 3.

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.4.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

L'espèce carpophage *Earias* sp a été dominante sur l'ensemble de la campagne (48,9 % es chenilles dénombrées) et presque à chaque date d'observation si on excepte le 10 septembre (Figure 1). De même l'espèce *Helicoverpa armigera* Hübner fut l'espèce la moins représentée (22,8 % des chenilles dénombrées).

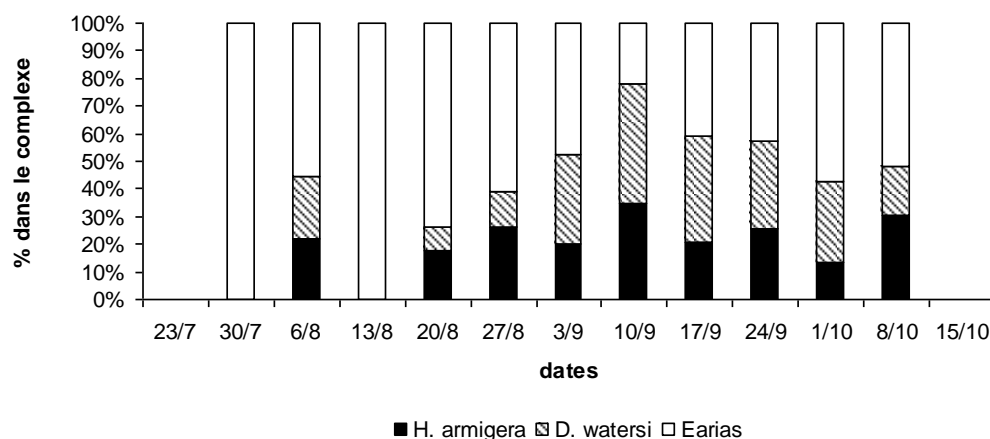


Figure 1 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

Les infestations ont été également plus élevées que d'habitude mais surtout à partir de la mi-septembre et en conséquence les interventions sur seuil ont été plus fréquentes mais déjà à partir de la fin août (Figure 2).

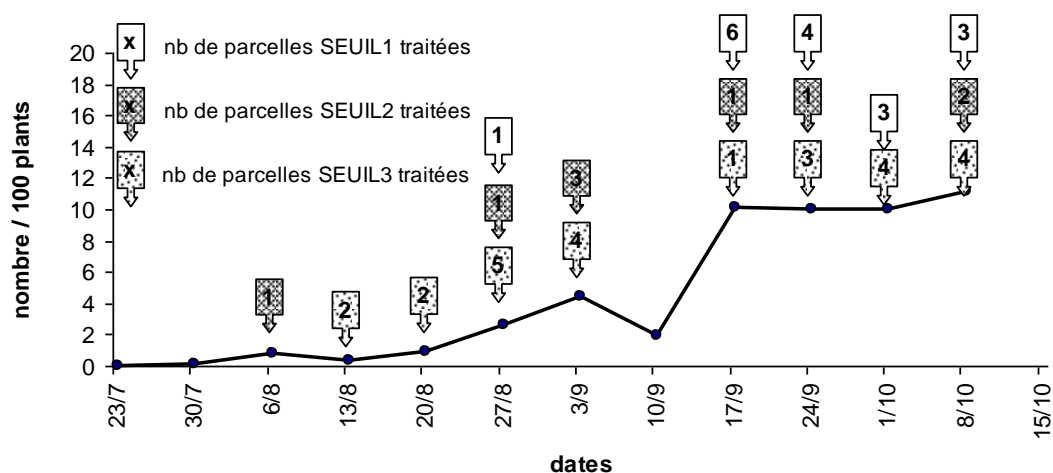


Figure 2 : Evolution moyenne des infestations de chenilles carpophages et nombre de parcelles traitées sur seuil en fonction des programmes de protection et de l'avancement de la campagne

Puisqu'il fallait attendre l'atteinte d'un certain niveau d'infestation avant d'intervenir, il n'est pas surprenant que les infestations cumulées soient significativement plus élevées dans les parcelles protégées sur seuil (Tableau 1). Mais on notera toutefois le meilleur comportement des parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil SEUIL 3.

Tableau 1 : Effets des programmes de protection sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants
PV	0,8 a
SEUIL 1	75,1 c
SEUIL 2	91,8 c
SEUIL 3	22,2 b
F protections	70,00
Signification en %	0,0
Transformation	Ln (x+1)

Toutefois cet effet semble avoir été sans incidence sur les charges en capsules des cotonniers tout au long de la campagne (Tableau 2).

Tableau 2 : Effets des programmes de protection
sur les évolutions de charges en capsules de cotonniers

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PV	2,7	6,8	19,4	36,4
SEUIL 1	3,3	8,8	20,3	45,3
SEUIL 2	4,3	10,5	22,8	42,3
SEUIL 3	4,0	10,8	24,8	46,3
F protections	0,54	1,78	1,47	1,88
Signification en %	66,4	16,9	24,1	15,1

Cette absence d'influence se retrouve d'ailleurs au niveau des rendements en coton graine et du fait d'un nombre moyen de traitement significativement plus faible (Tableau 3) les produits diminués des couts de protection sont meilleurs avec les programmes d'interventions sur seuil qu'avec le programme d'interventions calendaires (Tableau 9). Pour cette caractéristique le contraste opposant la moyenne des programmes d'interventions sur seuil au programme d'interventions calendaires est d'ailleurs significatif à 1,5 % ($F = 6,52$). Toujours au regard des performances économiques et du nombre de traitements réalisés, il semble intéressant de moduler en cours de campagne le seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule mais de préférer des règles basées sur des dénombrements plutôt que sur la présence ou l'absence de ces ravageurs qui conduisent à un plus grand nombre d'interventions.

Tableau 3 : Effets des programmes de protection
sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitements par ha	produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha
PV	1492,2	4,2	6,0 d	212 011
SEUIL 1	1442,7	4,2	1,4 b	229 972
SEUIL 2	1487,0	4,5	0,8 a	241 077
SEUIL 3	1457,0	4,8	2,1 c	228 535
F protections	0,29	1,35	151,30	2,78
Signification en %	83,4	27,5	0,0	5,5

5 Conclusions et discussion

Une modulation du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule en cours de campagne reposant sur des dénombrements de chenilles a apporté cette année quelques avantages : en économisant plus d'insecticides que le programme actuel d'interventions sur seuil (86,7 % contre 76,7 %) il procure un meilleur contrôle des chenilles de la capsule. Ce contrôle reste toutefois moins bon que celui procuré par 6 applications insecticides calendaires. La modulation du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule en cours de campagne reposant sur la présence absence de ces ravageurs ne semble pas intéressante car elle conduit à moins d'économies d'insecticides que le programme actuel d'interventions sur seuil sans procurer une meilleure efficacité. Ces différences entre les programmes de protection ne se sont malheureusement pas traduites dans les performances productives ni dans les marges. Il conviendrait alors de poursuivre ces études sur la modulation du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule.

INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LES PERFORMANCES DU PROGRAMME ACTUEL D'INTERVENTIONS SUR SEUIL AU MALI

1 Justification

En regard de la baisse des potentialités d'une culture cotonnière avec un retard au semis, le programme actuel d'intervention sur seuil devrait mieux convenir techniquement et surtout économiquement aux semis tardifs qu'aux semis précoces. Toutefois cela mérite d'être vérifié car les phases critiques du cycle productif des semis tardifs coïncideront avec les périodes de fortes infestations de ravageurs carpophages. L'élaboration de nouveaux programmes d'interventions s'avérera peut être nécessaire.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été de vérifier l'adaptation technique et économique du programme actuel d'interventions sur seuil à différentes dates de semis. Le deuxième objectif fut d'évaluer un nouveau programme d'interventions sur seuil pour ces différentes conditions de semis.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Le programme d'interventions calendaires (PV) a été comparé au programme actuel d'interventions sur seuil (PS) et à un nouveau programme d'interventions sur seuil (PSN) pour quatre dates de semis de la culture cotonnière (Tableau 1).

Tableau 1 : dates de semis étudiées

D1	semis avant le 10 juin
D2	semis 10 jours après D1
D3	semis 10 jours après D2
D4	semis 10 jours après D3

Le programme d'applications calendaires (PV) comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL.

Le programme actuel d'interventions sur seuil (PS) reposait sur des interventions à partir du 30^{ième} JAL dès que le niveau de 5 chenilles carpophages pour 25 plants était atteint.

Le nouveau programme d'interventions sur seuil (PSN) reposait sur des interventions avant le 45^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations ont été égaux ou supérieurs à 1 chenille pour 25 plants, entre le 45^{ième} et le 65^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations ont été égaux ou supérieurs à 2 chenilles pour 25 plants, entre le 65^{ième} et le 85^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations ont été égaux ou supérieurs à 4 chenilles pour 25 plants et après le 85^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations ont été égaux ou supérieurs à 8 chenilles pour 25 plants.

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyréthrianoïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif statistique split plot à 6 répétitions a été adopté. Le premier facteur concernait la date de semis et le second la protection phytosanitaire. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (seules les six lignes centrales ont été concernées par les applications insecticides)

3.4 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire et de la date de semis (le premier semis ayant eu lieu le 20 juin), toutes les pratiques culturales (entretien contre l'enherbement, densité de plantation et fertilisation minérale) ont été celles recommandées par le développement.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire pour les parcelles.

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.5.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

Quelle que soit la date de semis, l'espèce *Earias* sp a toujours été dominante sur l'ensemble de la campagne (41,0 % de chenilles dénombrées pour les semis du 20 juin, 42,0 % pour ceux du 30 juin, 37,4 % pour ceux du 10 juillet et 44,5 % pour ceux du 20 juillet). Par contre l'importance relative d' *Helicoverpa armigera* Hübner dans le complexe des chenilles de la capsule semble s'accroître avec un retard au semis : 21,8 % des chenilles dénombrées pour la première date, 28,6 % pour la deuxième date, 32,2 % pour la troisième date et 33,6 % pour la dernière date. Toutes dates de semis confondues la figure 1 présente par semaine l'importance relative des différentes espèces carpophages sur cotonniers où l'on note qu'*Earias* marque surtout le début et la fin d'une campagne agricole. *Helicoverpa armigera* Hübner est un peu plus présent de la fin août à la mi-septembre puis vers la mi-octobre. Quant à *Diparopsis watersi* Rothschild sa présence est surtout remarquée en septembre jusqu'au début octobre.

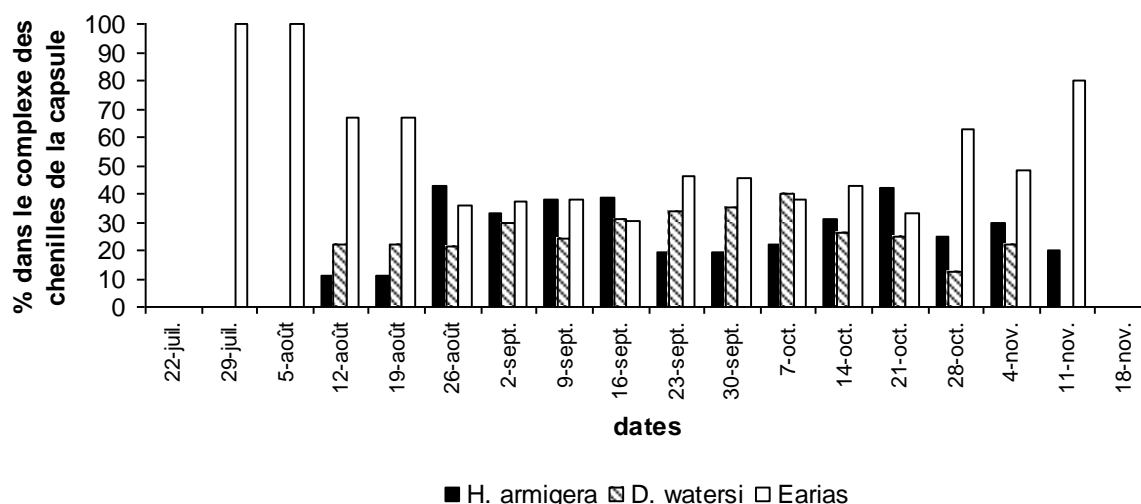


Figure 1 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours d'une campagne agricole indépendamment de la date de semis de la culture

Sur l'ensemble de la campagne les niveaux d'infestations cumulées de chenilles de la capsule (13 observations pour chaque date de semis) ne sont significativement différents que pour la dernière date de semis où ils sont plus faibles (Tableau 2). Les autres dates de semis ont connu des niveaux cumulés d'infestations comparables et cela est presque vrai au regard des évolutions dans le temps de ces infestations si on excepte la chute observée au cours de la deuxième quinzaine du mois de septembre pour les semis de la troisième date (Figure 2).

Toutefois si on examine les évolutions de ces infestations en fonction de l'âge des cultures (dépendant des dates de semis) on s'aperçoit qu'au début de la floraison du cotonnier (autour du 60^{ième} jour après la levée) les infestations les plus faibles sont notées pour les deux premières dates de semis et que par la suite les infestations sont presque comparables si on excepte celles des deux dernières dates de semis qui baissent très brutalement à partir du 93^{ième} jour après la levée pour la troisième date de semis et du 80^{ième} jour après la levée pour la dernière date de semis (Figure 3)

Tableau 2 : Effet des dates de semis sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants	
D1	55,0	b
D2	55,6	b
D3	53,9	b
D4	40,7	a
F dates de semis	11,26	
Signification en %	0,0	

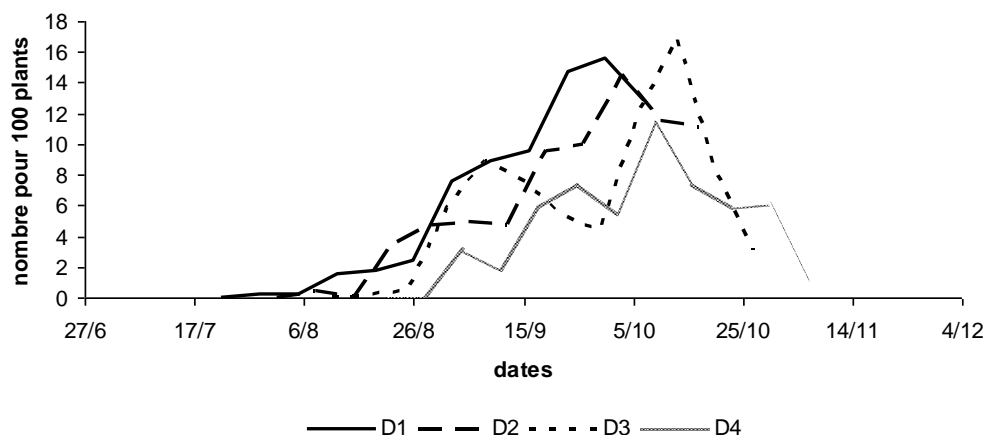


Figure 2 : Evolution des infestations de chenilles carpophages au cours de la saison agricole en fonction des dates de semis

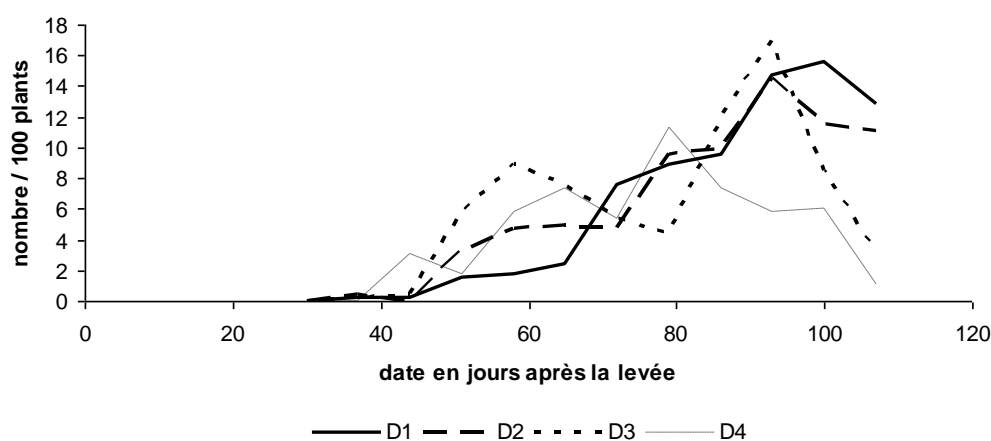


Figure 3 : Evolution des infestations de chenilles carpophages en fonction de l'âge de la plante et de la date de semis de la culture

Puisqu'il fallait attendre l'atteinte d'un niveau d'infestations avant d'intervenir, les parcelles recevant des applications sur seuil ont hébergé des infestations significativement plus élevées que celles observées sur les parcelles protégées par des interventions calendaires (Tableau 3). L'interaction significative apparue entre dates de semis et programmes de protection ne modifie pas cette conclusion générale mais fait apparaître un meilleur comportement du nouveau programme de protection sur seuil (PSN) pour les parcelles semées à la dernière date probablement du à la baisse brutale des infestations à partir 80^{ième} jour après la levée.

Tableau 3 : Effets des programmes de protection et de leur interaction avec la date de semis sur les infestations cumulées de chenilles de la capsule

Nombre cumulé pour 100 plants				
PV	0,7		a	
PS	102,3		b	
PSN	102,5		b	
F protections	922,61			
Signification en %	0,0			
Interaction		par date de semis	global	
D1 PV	0,5		a	a
D1 PS	101,4		b	c
D1 PSN	122,7		c	c
D2 PV	1,0		a	a
D2 PS	107,7		b	c
D2 PSN	114,1		b	c
D3 PV	0,8		a	a
D3 PS	104,5		b	c
D3 PSN	112,1		b	c
D4 PV	0,8		a	a
D4 PS	95,7		c	c
D4 PSN	66,3		b	b
F interaction	4,67			
Signification en %	0,1			
Transformation		$\sqrt{x+1}$		

L'évolution des charges en capsules de cotonniers ne montre de différences significatives que pour les dates de semis à partir du 90^{ième} jour après la levée (Tableau 20). A cette date les charges les plus élevées sont observées avec la date de semis la plus tardive (Tableau 4) ce qui est peut être du à la baisse des infestations de chenilles de la capsule dès le 80^{ième} jour après la levée. Au 100^{ième} jour après la levée un rééquilibrage apparaît mais les charges en capsules des cotonniers semés les plus tôt restent significativement les plus faibles (Tableau 4). Cette tendance se maintient à la dernière date d'observation mais les plus fortes charges en capsules sont observées dans les parcelles semées à la deuxième date (Tableau 4).

Tableau 4 : Effets de la date de semis sur les charges en capsules de cotonniers

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
D1	4,7	9,6 b	17,5 b	44,1 b
D1	6,3	13,8 b	36,8 a	64,9 a
D3	6,1	17,8 b	37,2 a	45,4 b
D4	9,4	30,2 a	41,1 a	52,7 ab
F dates de semis	0,81	6,21	5,39	3,62
Signification en %	50,8	0,6	1,0	3,8
F protections	1,09	2,31	1,17	0,81
Signification en %	34,6	11,0	32,0	45,5
F interaction	0,73	0,84	1,42	1,02
Signification en %	63,0	55,1	23,2	42,5

Dans l'analyse des résultats à la récolte on remarque plusieurs effets significatifs de la date de semis de la culture : plus celle-ci est précoce meilleures sont les performances

productives et économiques ainsi que la densité de plantation (Tableau 5). Sachant que la densité de plantation influence fortement les rendements, on pourrait imaginer qu'elle soit responsable de la baisse des rendements avec un retard de la date de semis. Cependant la densité de plantation n'explique que 54,1 % de la variabilité des rendements alors que la date de semis en explique 90,9 %. La date de semis d'ailleurs n'explique que 50,0 % des variations de densités de plantation. La baisse des rendements avec un retard au semis n'est par ailleurs pas linéaire : elle est de 9,8 kg/ha/jour de retard après le 20 juin et jusqu'au 30 juin, de 77,7 kg/ha/jour de retard du 30 juin au 10 juillet et de 42,7 kg/ha/jour de retard du 10 juillet au 20 juillet. Par contre les différences de densités de plantation expliquent probablement les résultats obtenus concernant les charges en capsules des cotonniers (Tableau 4) au 90^{ième} et 100^{ième} JAL. Les programmes de protection comparés ne se différencient significativement qu'au niveau des produits diminués des coûts de protection en faveur des programmes d'interventions sur seuil en raison d'un nombre plus faible d'applications insecticides (Tableau 5). Aucune interaction entre date de semis et programme de protection n'est significative dans ces observations à la récolte (Tableau 5).

Tableau 5 : Effets des programmes de protection et de la date de semis sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitements par ha	produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha
D1	1723,5 a	4,6 a	2,9	267 704 a
D2	1625,4 b	4,0 a	3,1	250 236 b
D3	849,0 c	2,2 b	3,1	122 118 c
D4	421,9 d	2,2 b	2,7	53 894 d
F dates de semis	622,24	16,42	2,08	713,59
Signification en %	0,0	0,0	14,6	0,0
PV	1153,6	3,4	6,0 b	155 714 b
PS	1170,9	3,1	1,5 a	185 539 a
PSN	1140,3	3,3	1,4 a	180 212 a
F protections	0,80	0,86	329,59	25,32
Signification en %	46,0	43,4	0,0	0,0
D1 PV	1737,0	4,8	6,0	251 964
D1 PS	1705,7	4,0	1,3	273 748
D1 PSN	1727,9	4,8	1,3	277 400
D2 PV	1625,0	3,8	6,0	233 487
D2 PS	1673,2	4,3	1,5	267 415
D2 PSN	1578,1	3,8	1,8	249 807
D3 PV	833,3	2,4	6,0	102 862
D3 PS	882,8	1,8	1,7	136 042
D3 PSN	830,7	2,2	1,7	127 449
D4 PV	419,3	2,4	6,0	35 542
D4 PS	421,9	2,2	1,5	60 950
D4 PSN	424,5	2,2	0,7	66 190
F interaction	0,69	1,29	1,05	0,83
Signification en %	66,0	28,4	40,7	55,6

Si on note que le différentiel des produits diminués des coûts de protection entre le programme d'interventions calendaires et la moyenne des programmes d'interventions sur seuil est plus faible pour la première date de semis, cette tendance ne s'observe pas en examinant séparément chaque programme d'interventions sur seuil.

5 Conclusions et discussion

Les programmes d'interventions sur seuil ont permis d'économiser en moyenne 78,8 % d'insecticides. Bien que l'interaction ne soit pas significative ces économies semblent plus fortes avec soit un semis précoce soit un semis tardif. La modulation en cours de campagne du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule n'a pas procuré les mêmes avantages que dans l'étude précédente sauf pour la dernière date de semis : meilleur contrôle des chenilles de la capsule malgré un nombre plus faible de traitements. En l'absence d'effet des programmes de protection sur les rendements en coton-graine les marges (après déduction des coûts de protection sont toujours à l'avantage des programmes d'interventions sur seuil sans qu'il y ait d'interaction significative avec la date de semis. Il faudrait donc reconduire cette étude pour en confirmer les résultats.

VARIATION DE L'EFFICACITE DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN FONCTION DE LA DENSITE DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

En 2005 et en 2006, les performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil sont apparues moins bonnes que celles du programme d'applications calendaires lorsque la densité de plantation était faible. Il importe donc de confirmer cette influence pour proposer si nécessaire d'autres programmes d'interventions sur seuil prenant en compte la densité de plantation.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de vérifier l'influence de la densité de plantation sur les performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil par rapport au programme d'applications calendaires. Le deuxième objectif fut d'évaluer deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil prenant en compte cette influence : le premier reposant sur des dénombrements de chenilles carpophages et le second sur la présence ou l'absence de ces ravageurs.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Le programme actuel d'interventions sur seuil a été comparé au programme d'applications calendaires et à deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil pour trois densités de plantation (Tableau 1).

Tableau 1 : densités étudiées

	Modalité	plants/m ²	inter rang en m	inter poquet en m	plants/poquet
densité de plantation	D1	4,2	0,8	0,3	1
	D2	8,3	0,8	0,3	2
	D3	16,7	0,4	0,3	2

Le programme d'applications calendaires (PV) comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL.

Le programme actuel d'interventions sur seuil (PS) reposait sur des interventions dès que le niveau de 10 chenilles carpophages pour 50 plants sera atteint.

Le premier nouveau programme d'interventions sur seuil (PSN1) reposait sur des interventions insecticides dès que les infestations de chenilles carpophages atteignaient 5 chenilles pour 50 plants avec la densité D1, 10 chenilles pour 50 plants avec la densité D2 et 20 chenilles pour 50 plants avec la densité D3.

Le deuxième nouveau programme d'interventions sur seuil (PSN2) reposait sur des interventions insecticides réalisées si un seul de ces ravageurs carpophages était observé en examinant 23 plants avec la densité D1, 12 plants avec la densité D2 et 6 plants avec la densité D3.

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyréthriinoïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires

Un dispositif split plot à 12 répétitions a été adopté. Le premier facteur était relatif à la protection phytosanitaire. Le deuxième facteur concernait la densité de plantation. La parcelle élémentaire était de 64 m² soit : 8 lignes de 10 mètres pour les trois premières densités de plantation (D1 et D2) et 16 lignes de 10 mètres la densité de plantation D3. Seules les six lignes centrales des parcelles ayant les densités de plantation D1 ou D2 et les 12 lignes centrales des parcelles ayant la densité de plantation D3 furent protégées par les applications insecticides.

3.3 conditions de culture

En dehors de la densité de plantation et de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et fertilisation minérale) ont été celles recommandées par le développement. La date de semis a été le 20 juin. La fertilisation minérale a été appliquée par ligne de cotonnier et en conséquence les quantités apportées par ligne tant en engrais complexe qu'en urée sur les parcelles semées à la densité D3 ont été égales à la moitié de celles apportées sur les parcelles semées aux autres densités (D1 et D2).

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, une fois par semaine les chenilles carpophages ont été :

dénombrées sur 25 plants par parcelle élémentaire pour les parcelles recevant le programme d'applications calendaires (PV) ou le programme actuel d'interventions sur seuil (PS)

dénombrées sur 50 plants par parcelle élémentaire pour les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil PSN1

observées pour leur présence sur un nombre variable de plants en fonction de la densité de plantation à savoir 23 plants avec la densité D1, 12 plants avec la densité D2 et 6 plants avec la densité D3 pour les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil PSN2

Les interventions sur seuil ont été décidées par parcelle

lorsque le total du dénombrement des chenilles carpophages atteignait 5 pour les parcelles recevant le programme actuel d'interventions sur seuil (PS)

lorsque le total du dénombrement des chenilles carpophages atteignait 5 chenilles pour 50 plants avec la densité D1, 10 chenilles pour 50 plants avec la densité D2 et 20 chenilles pour 50 plants avec la densité D3 pour les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil PSN1

lorsqu'un seul ravageur carpophage a été observé pour les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil PSN2

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.4.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

L'espèce carpophage dominante a été *Earias* sp à la fois sur l'ensemble de la campagne (44,9 % des chenilles dénombrées) et presque tout au long de celle-ci (Figure 1). Contrairement aux années précédentes, l'espèce *Helicoverpa armigera* (Hübner) fut la moins représentée (20,0 % des chenilles dénombrées).

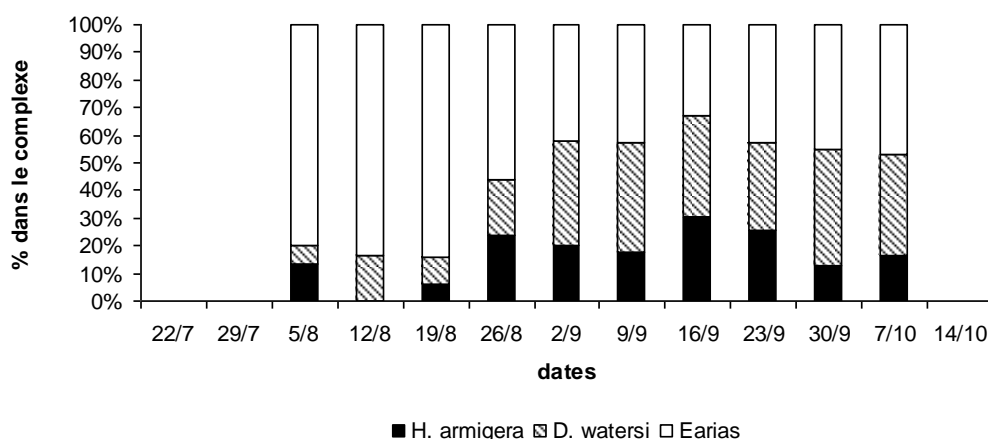


Figure 1 Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

Toujours contrairement aux années précédentes les infestations de chenilles carpophages ont été relativement plus élevées surtout depuis le début du mois de septembre comme le montre la figure 2.

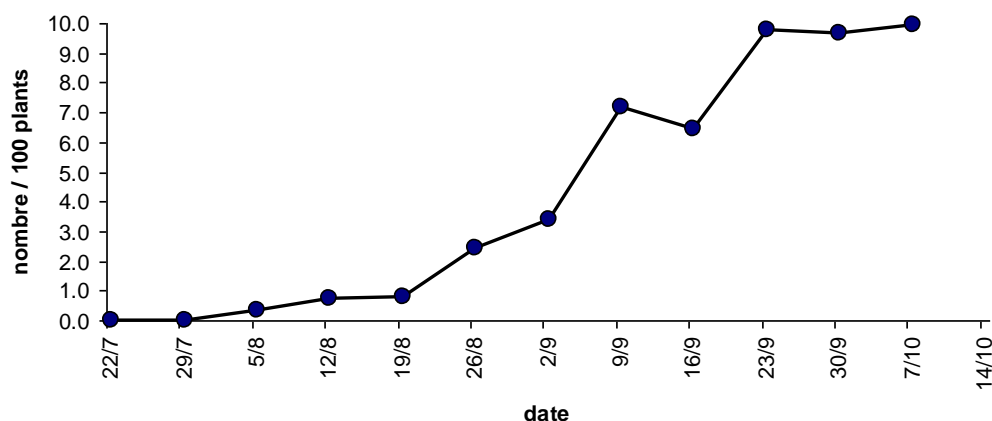


Figure 2 : Evolution moyenne des infestations de chenilles carpophages au cours de la campagne

En conséquence les interventions sur seuil furent en moyenne un peu plus nombreuses que par le passé : 0,44 sur l'ensemble de la campagne avec le programme actuel d'interventions sur seuil et 0,75 et 1,33 respectivement pour les deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil PSN1 et PSN2. C'est surtout à partir du début du mois de septembre que ces interventions sur seuil furent effectuées (Figure 3).

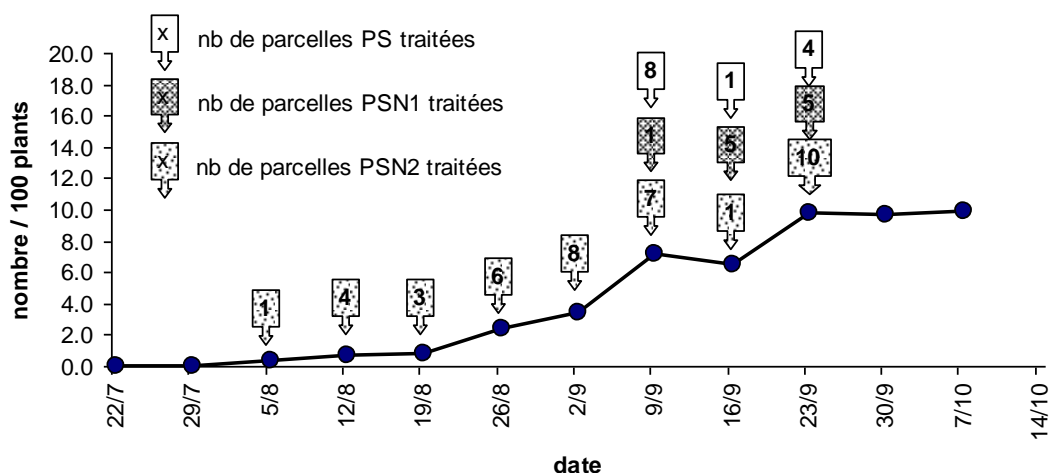


Figure 3 : Nombre de parcelles traitées sur seuil en fonction des programmes de protection en liaison avec l'évolution des infestations moyennes de chenilles carpophages

Les analyses statistiques des infestations cumulées de chenilles carpophages ont montré des effets hautement significatifs pour les deux facteurs étudiés (programme de protection et densité de plantation) que les infestations soient exprimées pour 100 plants ou par m². Les infestations les plus faibles sont logiquement observées avec le programme d'interventions calendaires (PV) et avec la plus faible densité de plantation (4,2 plants/m²) comme le montre le tableau 1. Ce tableau montre également le meilleur comportement du nouveau programme d'interventions sur seuil (PSN2) qui résulte peut être d'un plus grand nombre d'applications.

Tableau 1 : Effets des facteurs sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants		nombre cumulé par m ²	
PV	0,3	a	0,0	a
PS	76,6	c	7,6	c
PSN1	70,4	c	8,1	c
PSN2	33,3	b	4,3	b
F protections	269,06		137,87	
Signification en %	0,0		0,0	
D1	32,1	a	1,3	a
D2	42,9	b	3,6	b
D3	60,4	c	10,1	c
F densités	45,76		247,35	
Signification en %	0,0		0,0	

Toutefois ces analyses de variance ayant mis en évidence des interactions hautement significatives entre les deux facteurs étudiés, leurs interprétations ne doivent pas se limiter aux seuls effets de ces facteurs. Dans le tableau 2 on observera que les infestations pour 100 plants ne sont statistiquement pas différentes entre les parcelles recevant le programme d'interventions calendaires et celle recevant le programme d'interventions sur seuil PSN2

pour la densité de 4,2 plants/m². Lorsque l'on considère les infestations par m² cette équivalence statistique avec le programme d'interventions calendaires s'étend aux parcelles recevant le programme PSN1 pour la densité de 4,2 plants/m² et à celles recevant le programme PSN2 pour la densité de 8,3 plants/m² alors que les parcelles recevant le programme actuel d'interventions sur seuil présentent toutes quelle que soit la densité de plantation des niveaux d'infestations significativement supérieurs à ceux rencontrés avec des interventions calendaires.

Tableau 2 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants			nombre cumulé par m ²		
		par programme	global		par programme	global
PV D1	1,0	a	a	0,0	a	a
PV D2	0,0	a	a	0,0	a	a
PV D3	0,0	a	a	0,0	a	a
PS D1	73,3	a	de	3,1	a	b
PS D2	76,7	a	e	6,4	b	c
PS D3	79,7	a	e	13,3	c	e
PSN1 D1	41,0	a	c	1,7	a	ab
PSN1 D2	68,0	b	de	5,7	b	c
PSN1 D3	102,2	c	f	17,0	c	f
PSN2 D1	13,2	a	a	0,6	a	a
PSN2 D2	27,1	b	b	2,3	b	ab
PSN2 D3	59,7	c	d	10,0	c	d
F interaction	13,27			33,48		
Signification en %	0,0			0,0		

Dans les évolutions de charges en capsules on n'observe d'effet significatif (voire hautement significatif) que pour la densité de plantation que ces charges soient exprimées pour 10 plants ou par m². Toutefois les effets observés sont inverses : lorsque la densité de plantation augmente les charges en capsules de 10 plants diminuent alors que les charges en capsules par m² augmentent. Aucun effet significatif des programmes de protection n'est observé quelle que soit la date de l'observation et quelle que soit l'unité de mesure prise en compte (10 plants ou le m²). Il en est de même pour l'interaction entre ces deux facteurs : densités de plantation et programmes de protection.

Tableau 3 : Effet de la densité de plantation sur les charges en capsules

	nombre de capsules pour 10 plants à				nombre de capsules par m ² à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
D1	3,4 a	5,4 a	19,6 a	40,5 a	1,4 b	2,2 c	8,2 c	16,9 c
D2	2,5 ab	4,4 ab	15,9 b	33,1 b	2,1 b	3,6 b	13,2 b	27,6 b
D3	1,9 b	4,0 b	15,1 b	29,5 b	3,2 a	6,6 a	25,1 a	49,2 a
F densités	3,68	3,48	8,37	10,32	5,86	40,29	145,93	90,99
Signification en %	2,9	3,4	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0

Bien que l'effet des programmes de protection soit significatif sur les rendements en kg/ha, le test de Newman Keuls à 5 % ne permet pas de les différencier (Tableau 4). Seuls les nombres de traitements réalisés montrent des différences significatives surtout en défaveur du programme d'interventions calendaires. Par contre l'augmentation de la densité de

plantation (d'ailleurs significative) améliore de manière hautement significative les rendements et les produits diminués des coûts de protection¹ puisqu'en moyenne le nombre d'interventions phytosanitaires n'a pas été affecté (Tableau 4). On notera d'ailleurs que ce produit diminués des coûts de protection est presque doublé en triplant la densité de plantation. Enfin aucune interaction significative n'a été notée dans ces caractéristiques enregistrées à la récolte.

Tableau 4 : Effets des facteurs sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitements par ha	produit diminués des coûts de protection en F CFA/ha
PV	1553,0 a	6,3	6,0 d	222 037
PS	1439,7 a	6,4	0,4 a	235 012
PSN1	1442,7 a	5,8	0,8 b	233 772
PSN2	1477,9 a	6,1	1,3 c	236 248
F protections	3,13	1,21	763,21	1,76
Signification en %	3,8	32,0	0,0	17,2
D1	1054,4 c	3,1 c	2,2	161 620 c
D2	1381,2 b	4,8 b	2,1	215 902 b
D3	1999,3 a	10,5 a	2,1	317 780 a
F densités	211,43	349,53	0,15	209,60
Signification en %	0,0	0,0	86,2	0,0

Quel que soit le programme de protection appliqué une liaison significative est apparue entre le rendement et la densité de plantation mais cette liaison apparaît plus faible avec les deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil PSN1 et PSN2 (Tableau 5). Si on se basait sur ces liaisons pour déterminer la densité minimale requise avec les programmes d'interventions sur seuil pour que leurs performances productives atteignent au moins celles du programme calendaire on obtiendrait les valeurs suivantes : 33,1plants/m² pour le programme actuel d'interventions sur seuil (PS), 9,5 plants/m² pour le programme PSN1 et 2,8 plants/m² avec le programme PSN2. Ce dernier programme d'interventions sur seuil permettrait donc de mieux s'affranchir de faiblesse de la densité de plantation souvent constatée en milieu producteur.

Tableau 5 : liaisons entre rendements et densités de plantation par programme de protection (36 couples de données par programme de protection)

programme de protection	équation de la liaison entre rendements (y) et densité de plantation (x)	r ²
PV	102,44 x + 905,78	0,723
PS	106,92 x + 757,23	0,726
PSN1	116,34 x + 773,46	0,610
PSN2	86,928 x + 949,66	0,544

Cependant en examinant de plus près les liaisons entre rendements et densités de plantation on s'aperçoit que pour des densités de plantation supérieures à 6,5 plants/m² les performances des différents programmes d'interventions sur seuil ne sont statistiquement pas différentes de celles du programme calendaire (Tableau 6) et que ce n'est qu'entre 4 et 6,5 plants/m² que leurs performances sont souvent significativement plus faibles (Tableau 6).

¹ calculé sur la base de 165 F CFA le prix d'achat de coton graine et 5 773 F CFA le coût d'une intervention phytosanitaire incluant le prix d'achat d'un litre d'insecticide sur la base des prix de cession des 6 dernières campagne, le changement des piles à chaque intervention et l'amortissement de l'appareil de traitement

Pour le programme actuel d'interventions sur seuil une densité minimale de 6,5 plants/m² semble donc nécessaire. Pour des densités inférieures au regard des résultats de dénombrements de chenilles carpophages il conviendrait d'adopter le seuil de une ou deux chenilles pour 25 plants et pour des densités supérieures le seuil de 5 chenilles pour 25 plants pourrait être conservé.

Tableau 6 : signification des différences de rendements entre programmes d'interventions sur seuil et programme calendaire par le test de Student bilatéral à variances inégales

densité de plantation en plants/m ²	densité ≤ 6.5	programme	rendement	p du test de Student PV vs PS	p du test de Student PV vs PSN1	p du test de Student PV vs PSN2
		PV	1295,5	0,12	0,40	0,48
		PS	1149,1			
		PSN1	1217,5			
		PSN2	1224,2			
	4 ≤ densité ≤ 6.5	programme	rendement	p du test de Student PV vs PS	p du test de Student PV vs PSN1	p du test de Student PV vs PSN2
		PV	1578,1	0,00	0,07	0,15
		PS	1250,0			
		PSN1	1328,1			
		PSN2	1339,8			
	densité > 6.5	programme	rendement	p du test de Student PV vs PS	p du test de Student PV vs PSN1	p du test de Student PV vs PSN2
		PV	1957,6	0,59	0,98	0,80
		PS	2020,8			
		PSN1	1954,5			
		PSN2	1926,7			

5 Conclusions et discussion

Même si elle ne permet pas de conclure en faveur d'un programme d'interventions sur seuil particulier en fonction de la densité de plantation, cette étude confirme l'influence la densité de plantation sur les performances d'efficacité et les performances productives de programmes d'interventions sur seuil. Il est donc nécessaire soit de prendre en compte la densité de plantation dans la fixation d'un seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule soit de choisir un seuil dont la définition est indépendante de la densité de plantation (% de plants infestés par exemple).

INTERET DE L'ECIMAGE RAISONNE DES COTONNIERS AVEC DES INTERVENTIONS SUR SEUIL AU MALI

1 Justification

Dans de très nombreuses expérimentations l'écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne a permis de réduire les infestations de chenilles carpophages après sa réalisation. Avec des interventions calendaires son influence positive sur la production n'apparaissait plus fréquemment que si les taux de rétention des premiers organes fructifères formés étaient supérieurs à 60 %. Il pourrait être alors intéressant de reprendre ces études à propos de l'écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne avec des approches phytosanitaires protégeant mieux les premiers organes fructifères formés comme certains nouveaux programmes d'interventions sur seuil.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été d'évaluer l'intérêt d'un écimage raisonné des cotonniers avec une protection phytosanitaire préservant mieux les premiers organes fructifères formés. Le second objectif fut de confirmer la réduction des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne après la réalisation de cet écimage.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Deux facteurs ont été étudiés. Le premier facteur concernait la protection phytosanitaire du cotonnier et comprenait deux niveaux :

- PV : le programme d'applications calendaires composé de 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL
- PS : le programme d'intervention sur seuil où les interventions avant le 45^{ième} JAL ont été réalisées si une chenille carpophage était observée en examinant 50 plants, celles entre le 45^{ième} et le 65^{ième} JAL si une chenille carpophage était observée en examinant 35 plants, celles entre le 65^{ième} et le 85^{ième} JAL si une chenille carpophage était observée en examinant 16 plants et celles après le 85^{ième} JAL si une chenille carpophage était observée en examinant 7 plants

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyréthriinoïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

Le second facteur était relatif à la réalisation de l'écimage des cotonniers et comprenait également deux niveaux :

- A : cotonniers non écimés
- B : cotonniers écimés

L'écimage des cotonniers des parcelles concernées par cette opération a été réalisé 10 jours après l'apparition de la 1^{ière} fleur.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif split plot à 8 répétitions avec pour premier facteur la protection phytosanitaire a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres mais seules les six lignes centrales ont été concernées par les applications insecticides et l'écimage.

3.3 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire et de l'écimage, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement, densité de plantation et fertilisation minérale) ont été celles recommandées par le développement. Cette étude a été semée le 22 juin.

3.4 observations

3.4.1 date d'apparition de la première fleur

Uniquement sur les parcelles concernées par l'écimage, la date d'apparition de la première fleur fut notée.

3.4.2 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire pour les parcelles recevant le programme d'interventions calendaires et sur un nombre de plants qui a varié en fonction de l'avancement de la campagne sur les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil.

3.5.3 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.5.4 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

Dans cette étude *Earias* sp fut encore l'espèce carpophage dominante (49,3 % des chenilles dénombrées). Mais cette domination est surtout nette au début et à la fin de la campagne (Figure 1). *Helicoverpa armigera* Hübner et *Diparopsis watersi* Rothschild ont joué pratiquement le même rôle (27,2 % des chenilles dénombrées pour la première espèce et 23,5 % pour la seconde). La première de ces deux espèces a surtout marqué une période allant de la fin août à la mi-septembre et la seconde la mi-août et la fin septembre (Figure 1).

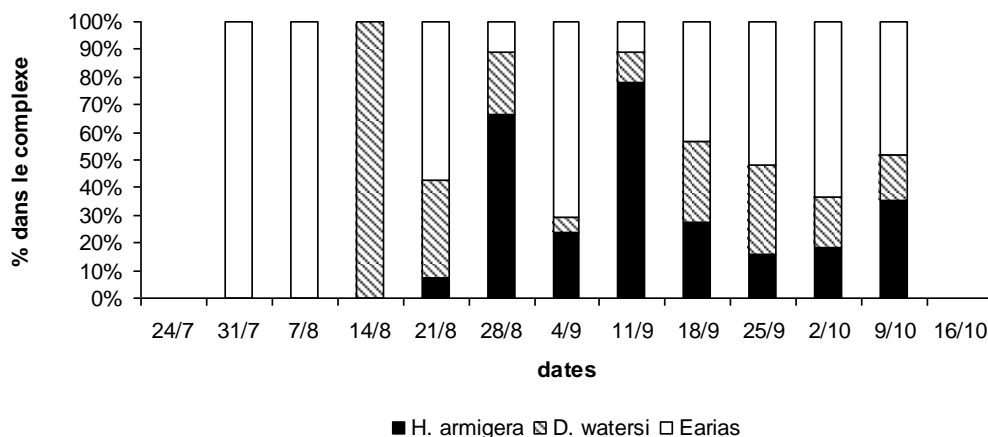


Figure 1 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne agricole

Les infestations de chenilles carpophages (toutes espèces confondues) sont restées très faibles jusqu'à la fin de la première décade de septembre (Figure 2) puis elles se sont brusquement élevées pour garder des niveaux importants jusqu'à la fin de la campagne (Figure 2). Toutefois en raison du programme d'interventions sur seuil qui a été mis en œuvre dans cette étude (pour 100 plants : 2 chenilles jusqu'au 45^{ème} JAL, 5,71 chenilles du 45^{ème} au 65^{ème} JAL, 25 chenilles du 65^{ème} au 85^{ème} JAJ et 114 chenilles au-delà du 85^{ème} JAL) ce fut pendant la période des faibles infestations que nombre de parcelles traitées sur seuil fut le plus important (Figure 2). Rares furent les parcelles ayant reçu deux applications sur seuil pendant la campagne (2 parcelles sur 16) et 5 parcelles sur 16 n'ont jamais reçu d'application sur seuil.

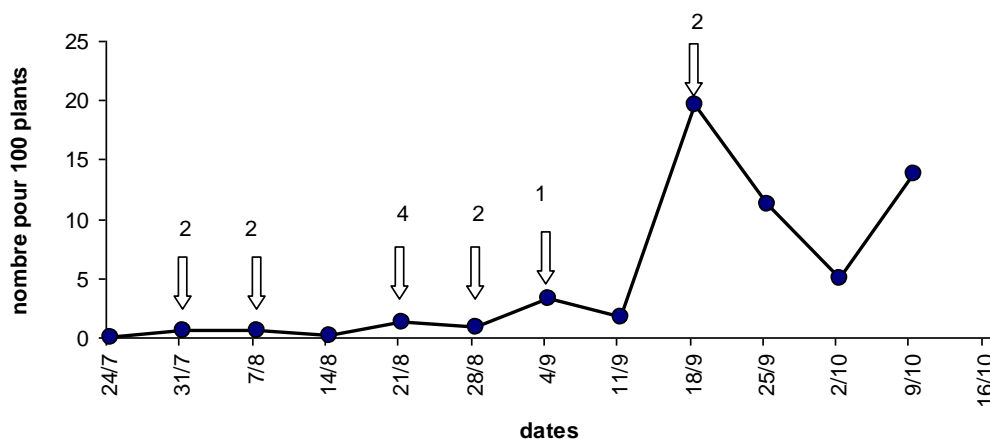


Figure 2 : Evolution des infestations de chenilles carpophages et nombre de parcelles recevant des applications sur seuil

Les parcelles recevant le programme d'applications calendaires ont hébergé les plus faibles infestations en chenilles de la capsule sans qu'un effet significatif de l'écimage soit noté à leur niveau (Tableau 1). Par contre l'écimage des cotonniers, après sa réalisation en fin août, a bien réduit significativement les infestations de chenilles de la capsule lorsque les parcelles étaient protégées sur seuil (Tableau 1 et Figure 3). L'interaction significative apparue dans cette analyse de variance entre programme de protection et pratique de l'écimage ne différencie pas mieux les différences entre les modalités étudiées (Tableau 1).

Tableau 1 : Effets des programmes de protection et de l'écimage des cotonniers sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants		
PV	0,8	a	
PS	44,3	b	
F protections	102,14		
Signification en %	0,0		
non écimé	20,5	b	
écimé	2,9	a	
F écimage	28,60		
Signification en %	0,0		
PV non écimé	1,2	a	a
PV écimé	0,5	a	a
PS non écimé	204,6	b	c
PS écimé	9,0	a	b
F interaction	16,74		
Signification en %	0,1		
Transformation	Ln (x+1)		

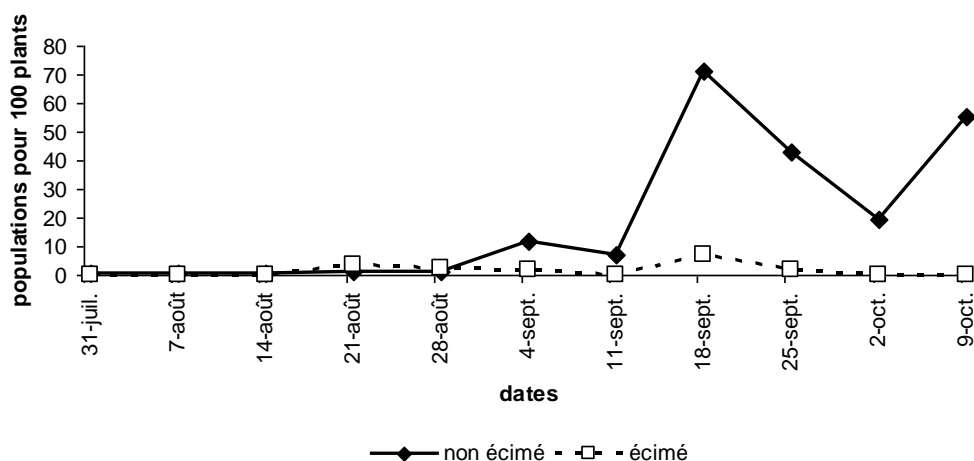


Figure 2 : Evolutions comparées des infestations de chenilles de la capsule dans les parcelles protégées par des interventions sur seuil en fonction de la réalisation ou non d'un écimage

Malgré l'importance des différences de niveaux d'infestations en chenilles de la capsule aucune (ou presque) différence significative n'est apparue entre les modalités dans les évolutions des charges en capsules de cotonniers (Tableau 2). La seule différence significative apparue au 100^{ième} JAL est en faveur des parcelles protégées par des interventions sur seuil.

Tableau 2 : Effets des programmes de protection et de l'écimage des cotonniers sur les évolutions de charges en capsules de cotonniers

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PV	2,7	9,7	20,6 b	43,7
PS	4,1	12,3	27,4 a	53,4
F protections	1,30	1,93	7,44	5,12
Signification en %	29,2	20,6	2,9	5,7
non écimé	3,0	10,2	22,9	47,4
écimé	3,8	11,8	25,1	49,6
F écimage	0,57	0,59	0,93	0,19
Signification en %	46,8	46,1	35,3	67,1
PV non écimé	2,4	8,9	19,3	43,1
PV écimé	3,0	10,5	22,0	44,3
PS non écimé	3,6	11,5	26,6	51,8
PS écimé	4,5	13,1	28,1	55,0
F interaction	0,02	0,00	0,08	0,05
Signification en %	89,7	99,0	77,7	82,9

Confirmant ces observations à propos des charges en capsules de cotonniers, aucune différence significative n'est apparue entre les modalités étudiées pour les rendements qu'elles ont permis d'obtenir (Tableau 3). Si un effet significatif est noté à propos de l'écimage des cotonniers dans les parcelles protégées par des interventions calendaires il est probablement le fait des plus faibles densités observées (Tableau 3) : en effet pour ces parcelles une liaison significative est observée entre densité de plantation et rendement en coton graine (Tableau 4). L'écimage des cotonniers a permis de réduire significativement le nombre des interventions sur seuil sans incidence sur les productions (Tableau 3). Enfin les produits diminués des coûts de protection sont encore dans cette étude en faveur du programme d'interventions sur seuil qui fut étudié (Tableau 3).

Tableau 3 : Effets des programmes de protection et de l'écimage des cotonniers sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m²	nombre de traitements par ha		produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha			
PV	1393,6	3,2	6,0 b		195 298 b			
PS	1442,4	3,5	0,8 a		233 303 a			
F protections	0,51	0,66	1026,01		10,95			
Signification en %	50,5	44,9	0,0		1,3			
non écimé	1386,7	3,1 b	3,6 b		208 242			
écimé	1449,2	3,6 a	3,3 a		220 359			
F écimage	0,82	8,69	5,65		1,13			
Signification en %	38,5	1,0	3,1		30,7			
			par programme	global	par programme	global		
PV non écimé	1347,7	2,7	b	a	6,0	a	c	187 725
PV écimé	1439,5	3,7	a	a	6,0	a	c	202 872
PS non écimé	1425,8	3,5	a	a	1,1	b	b	228 759
PS écimé	1459,0	3,5	a	a	0,5	a	a	237 845
F interaction	0,18	7,20				5,65		0,07
Signification en %	68,0	1,7				3,1		79,0

Tableau 4 : Liaisons entre rendements (y) et densités de plantation (x) pour chaque modalité

modalité	équation	r ²
PV non écimé	$y = 286.89x + 572.16$	0,838
PV écimé	$y = 132.7x + 948.04$	0,370
PS non écimé	$y = 118.01x + 1014.6$	0,108
PS écimé	$y = -6.955x + 1483.5$	0,001

5 Conclusions et discussion

En confirmant les avantages d'une protection sur seuil contre les chenilles de la capsule (86,7 % d'économies d'insecticide et 19,4 % de gains en plus), cette étude est la première à montrer que l'écimage des cotonniers par ses effets sur les infestations en chenilles de la capsule permettait de réduire le nombre d'interventions sur seuil (portant à 91,7 % les économies d'insecticides) sans perte en rendement et en marge. Cela est probablement le résultat d'une protection sur seuil qui a mieux préservé les premiers organes fructifères apparus mais il conviendrait de le confirmer dans d'autres études.

DEFINITION DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL POUR DE FORTES POTENTIALITES DES CULTURES AU MALI

1 Justification

L'étude conduite en 2006 à propos de l'influence des potentialités de la culture sur la rentabilité économique des programmes actuels d'interventions a montré qu'à partir de 1 500 kg/ha, il conviendrait de modifier les seuils actuellement utilisés pour intervenir contre les chenilles carpophages.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été alors de définir de nouveaux programmes d'interventions sur seuil pour des cultures à potentialités élevées.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Le programme d'applications calendaires a été comparé au programme actuel d'interventions sur seuil et à deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil pour deux niveaux de fortes fertilisations minérales (Tableau 1).

Tableau 1 : fertilisations étudiées en kg/ha

	modalité	engrais complet	urée
fertilisation minérale	F1	400	150
	F2	600	300

Le programme d'applications calendaires (PV) comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL.

Le programme actuel d'interventions sur seuil (PS) reposait sur des interventions dès que le niveau de 5 chenilles carpophages pour 25 plants sera atteint.

Les deux nouveaux programmes d'interventions (PSN1 et PSN2) sur seuil reposaient sur des interventions dès que les niveaux d'infestations en chenilles carpophages atteignaient respectivement 2 et 1 chenille(s) pour 25 plants.

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyréthrianoïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires

Un dispositif split plot à 6 répétitions a été adopté. Le premier facteur était relatif à la protection phytosanitaire. Le deuxième facteur concernait la fertilisation minérale. La parcelle élémentaire était de 64 m² soit : 8 lignes de 10 mètres mais seules les 6 lignes centrales étaient protégées par des applications insecticides.

3.3 conditions de culture

En dehors de la fertilisation et de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et densité de plantation) seront celles recommandées par le développement. Cette étude a été semée le 21 juin.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire.

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.4.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

Si l'espèce *Earias* sp demeure dans cette étude l'espèce carpophage dominante sur l'ensemble de la campagne (46,3 % des chenilles dénombrées) et pendant une grande partie de celle-ci (Figure 1), l'espèce *Helicoverpa armigera* Hübner occupe une place plus importante que dans les études précédentes (31,2 % des chenilles dénombrées) mais surtout en fin de campagne (Figure 1).

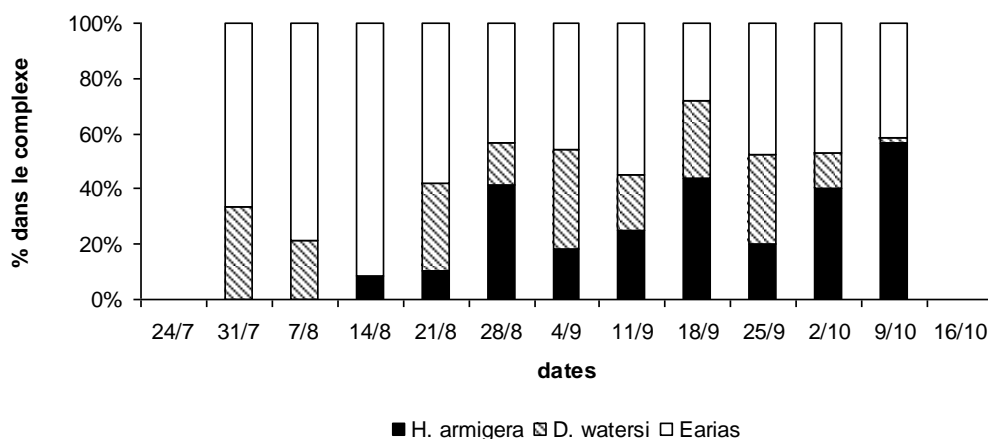


Figure 1 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

Dans l'ensemble les niveaux d'infestations en chenilles carpophages ont été en moyenne plus faibles que dans les études précédentes (Figure 2) mais compte tenu des seuils utilisés dans certains des programmes d'interventions, de nombreuses applications ont été réalisées surtout à partir de la fin du mois d'août (Figure 2).

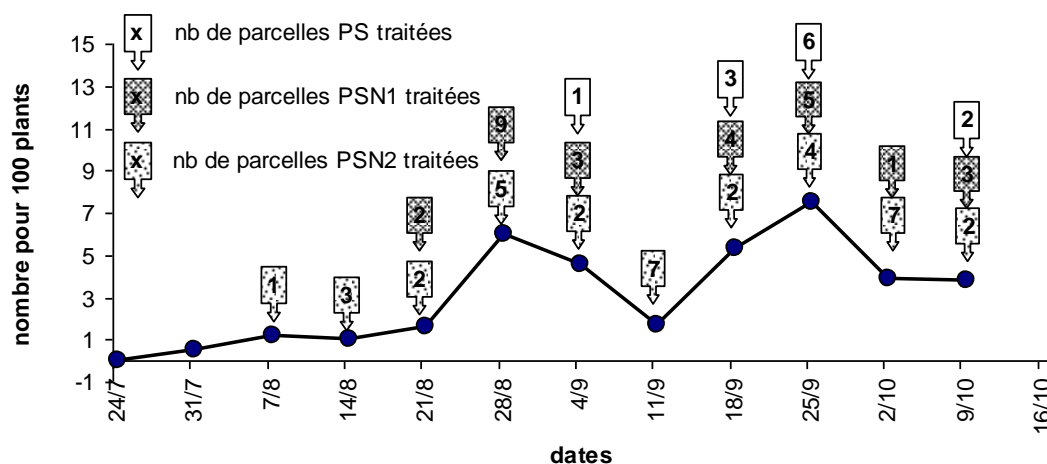


Figure 10 : Evolution moyenne des infestations de chenilles carpophages et nombre de parcelles traitées sur seuil en fonction de l'avancement de la campagne et des programmes de protection

Comme il fallait atteindre certains niveaux d'infestations avant d'intervenir, les parcelles recevant les programmes d'interventions sur seuil ont en moyenne hébergé des infestations de chenilles de la capsule significativement plus élevées que celles recevant les interventions calendaires (Tableau 1). Aucun effet des fertilisations apportées n'est apparu dans les niveaux d'infestations en ces ravageurs (Tableau 1).

Tableau 1 : Effets des programmes de protection et des niveaux de fertilisation sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants	
PV	3,3	a
PS	81,0	c
PSN1	36,3	b
PSN2	27,7	b
F protections	83,43	
Signification en %	0,0	
F1	37,3	
F2	36,8	
F fertilisations	0,03	
Signification en %	85,6	

Par contre une interaction significative entre programmes de protection et niveau de fertilisation a été notée. Elle met surtout en évidence le moins bon comportement du programme actuel d'interventions sur seuil par rapport aux deux autres nouveaux programmes d'interventions sur seuil (Tableau 2). Ce résultat confirme celui de l'étude de 2006 qui concluait à une moins bonne adaptation du programme actuel d'interventions sur seuil lorsque les potentialités de la culture sont élevées. Par contre les parcelles recevant les deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil présentent des niveaux d'infestations significativement plus élevés que ceux enregistrés sur les parcelles recevant le programme d'interventions calendaires (Tableau 1).

Tableau 2 : Interactions significatives entre programmes de protection et niveau de fertilisation sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants	par programme	
		global	
PV F1	4,0	a	a
PV F2	2,7	a	a
PS F1	73,3	a	c
PS F2	88,7	b	d
PSN1 F1	43,3	b	b
PSN1 F2	29,3	a	b
PSN2 F1	28,7	a	b
PSN2 F2	26,7	a	b
F interaction	4,52		
Signification en %	1,4		

Dans les dénombrements périodiques des charges en capsules des cotonniers des différences significatives entre les programmes de protection n'apparaissent qu'à la dernière date d'observation et mettent en évidence le moins bon comportement du programme actuel d'interventions sur seuil (Tableau 3). Au début du cycle du cotonnier, le niveau le plus fort de fertilisation semble plutôt favoriser la croissance végétative au détriment de la production fructifère mais cette tendance s'inverse à la dernière date d'observation (Tableau 3).

Tableau 3 : Effets des programmes de protection et des niveaux de fertilisation sur les charges en capsules des cotonniers à différentes dates

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PV	1,8	7,7	20,8	73,3 a
PS	2,0	6,8	20,6	51,5 b
PSN1	2,3	8,3	20,5	59,5 ab
PSN2	2,0	7,3	21,2	61,0 ab
F protections	0,10	0,15	0,02	5,29
Signification en %	95,9	92,6	99,0	1,1
F1	2,5 b	8,4 b	21,5	58,2 b
F2	1,5 a	6,6 a	20,1	64,4 a
F fertilisations	4,51	4,69	1,01	5,10
Signification en %	4,4	4,1	32,8	3,4

Même si l'interaction n'est significative qu'à 5,6 %, on remarquera qu'à la dernière date d'observation les charges en capsules des cotonniers recevant les deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil et la plus forte fertilisation minérale sont très proches de celles obtenues par des cotonniers protégés par des interventions calendaires quel que soit le niveau de fertilisation minérale apporté (Tableau 3).

Tableau 3 : Interactions entre programmes de protection et niveau de fertilisation sur les charges en capsules de cotonniers à différentes dates

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PV F1	2,3	8,7	21,5	71,7
PV F2	1,2	6,7	20,2	74,8
PS F1	2,7	7,8	21,5	54,3
PS F2	1,3	5,7	19,7	48,7
PSN1 F1	2,7	8,8	20,7	51,7
PSN1 F2	2,0	7,7	20,3	67,3
PSN2 F1	2,5	8,3	22,2	55,2
PSN2 F2	1,5	6,3	20,2	66,8
F interaction	0,08	0,07	0,08	2,97
Signification en %	96,7	97,4	97,2	5,6

Dans l'analyse des résultats à la récolte, les programmes de protection ne se différencient significativement que par le nombre de traitements réalisés (Tableau 4). Les produits diminués des coûts de protection ou du coût total des intrants qui sont plus élevés avec les programmes d'interventions sur seuil ne pourraient être mis en évidence que par un contraste. La plus forte fertilisation procure significativement les meilleurs résultats en terme de production de coton graine et de produit diminués des coûts de protection mais l'inverse est observé pour le produit diminués du coût total des intrants (Tableau 4).

Tableau 4 : Effets des programmes de protection et des niveaux de fertilisation sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitements par ha	produit diminués des coûts de protection en F CFA/ha	produit diminués des coûts des intrants en F CFA/ha
PV	2891,9	5,0	6,0 d	442 530	264 634
PS	2800,8	4,8	1,0 a	456 356	278 460
PSN1	2845,1	5,0	2,3 b	456 444	278 548
PSN2	2891,9	5,6	2,9 c	460 330	282 434
F protections	1,82	1,11	155,00	2,15	2,15
Signification en %	18,6	37,6	0,0	13,6	13,6
F1	2709,6 b	5,0	3,2	428 809 b	293 109 a
F2	3005,2 b	5,2	2,9	479 021 a	258 929 b
F fertilisations	61,61	1,24	1,53	66,01	30,59
Signification en %	0,0	27,8	22,9	0,0	0
PV F1	2765,6	4,9	6,0	421 690	285 990
PV F2	3018,2	5,1	6,0	463 370	243 278
PS F1	2606,8	4,5	1,2	423 382	287 682
PS F2	2994,8	5,2	0,8	489 330	269 238
PSN1 F1	2700,5	5,1	2,8	429 229	293 529
PSN1 F2	2989,6	5,0	1,7	483 660	263 568
PSN2 F1	2765,6	5,6	2,7	440 933	305 233
PSN2 F2	3018,2	5,6	3,2	479 727	259 635
F interaction	0,72	0,86	2,99	1,02	1,02
Signification en %	55,4	47,9	5,5	40,5	40,5

5 Conclusions et discussion

Dans cette étude on ne peut pas conclure que le programme actuel d'interventions sur seuil soit inadapté à des potentialités élevées de la culture sauf en termes d'efficacité vis-à-vis des chenilles de la capsule. Les deux nouveaux programmes d'interventions sur seuil qui ont été testés n'améliorent pas significativement les produits diminués des coûts de protection ou du coût total des intrants. Par contre ils aboutissent à un nombre significativement plus élevé d'interventions insecticides qui peuvent réduire les gains escomptés en termes de protection de la santé humaine et de l'environnement même s'ils restent très rentables. Enfin économiquement la très forte fertilisation n'est pas rentable.

CONFIRMATION DE L'INTERET D'UNE NOUVELLE REGLE POUR LES INTERVENTIONS SUR SEUIL CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AU MALI

1 Justification

Sans prétendre les généraliser, les conclusions de l'étude conduite en 2001 dans les premiers villages où le programme actuel d'interventions sur seuil avait été pratiqué ont souligné que la nécessité de la présence d'un ravageur (ou groupe de ravageurs) pour décider d'intervenir semblait bien comprise par l'ensemble des agriculteurs mais que l'atteinte d'un certain niveau d'infestations n'était pas encore bien perçue (relation entre dénombrements à un moment donné et pertes de production). Remplacer la règle de décision actuelle pour les ravageurs carpophages, qui est d'intervenir lorsque les infestations atteignent 5 chenilles pour 25 plants, par une autre règle reposant sur la présence ou l'absence de ces ravageurs répondrait aux préoccupations des agriculteurs et faciliterait leur formation et donc la diffusion de ces programmes d'interventions sur seuil.

Une nouvelle règle a été élaborée dans ce sens en 2005 puis validée une première fois en 2006 sur la sous station de Farako. Elle consistait en la réalisation d'interventions contre les ravageurs carpophages uniquement si un seul de ces ravageurs était observé en n'examinant que 12 plants de cotonniers par parcelle élémentaire. Les résultats encourageants qu'elle a permis d'obtenir méritent toutefois d'être confirmés.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de confirmer l'intérêt de cette nouvelle règle reposant sur la présence ou l'absence de ces ravageurs pour intervenir contre les chenilles carpophages. Une attention particulière a été accordée à l'augmentation du nombre d'interventions que pourrait entraîner cette nouvelle règle.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Deux programmes d'interventions sur seuil ont été comparés : le programme actuel (PS) pour lequel les interventions contre les chenilles carpophages ont été déclenchées dès que les infestations atteignaient 5 chenilles pour 25 plants et un nouveau programme (PSN) pour lequel les interventions contre les chenilles carpophages ont été déclenchées dès que l'on observait un de ces ravageurs en examinant seulement 12 plants de cotonniers (l'observation de ces 12 plants étant arrêtée dès l'observation d'une chenille carpophage).

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis a été remplacé par une association pyréthrinioïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique et parcelle élémentaire

Un dispositif statistique en blocs de Fisher à 18 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (seules les six lignes centrales ont été concernées par les applications insecticides)

3.3 conditions de culture

Toutes les pratiques culturales en dehors de la protection phytosanitaire (date de semis, entretien contre l'enherbement, densité de plantation et fertilisation minérale) ont été celles recommandées par le développement. Cette étude a été semée le 22 juin.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire dans les parcelles devant recevoir le programme actuel (PS) d'interventions sur seuil et leur présence ou absence a simplement été notée en examinant 12 plants de cotonniers dans les parcelles devant recevoir le nouveau programme (PN) pour lequel les interventions contre les chenilles carpophages ont été déclenchées dès que l'on observait un de ces ravageurs (seuil = 1 chenille).

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.4.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

L'espèce *Earias* sp a encore été dominante sur l'ensemble de la campagne au niveau de cette étude (43,0 % de chenilles dénombrées) mais principalement en début de campagne et en fin de campagne (Figure 1). Comme dans l'étude précédente l'espèce *Helicoverpa armigera* Hübner fut la deuxième espèce carpophage de cette étude (35,5 % des chenilles dénombrées).

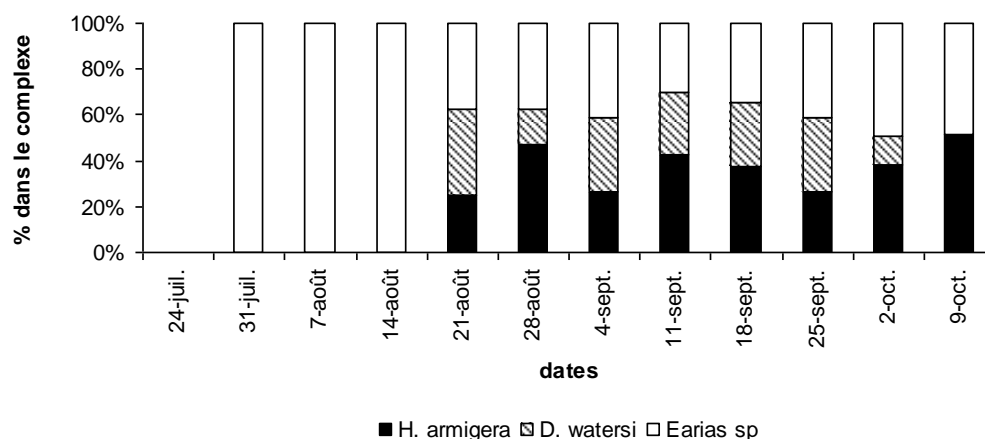


Figure 1 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne agricole

Les infestations de chenilles carpophages toutes espèces confondues ont été importantes surtout à partir de la fin du mois d'août (Figure 2). Contrairement à la précédente campagne, les observations dans les parcelles recevant le programme d'interventions sur seuil avec la nouvelle règle n'ont pas été arrêtées dès l'observation d'une chenille et les populations de chaque espèce carpophages présentes sur les 12 plants ont été dénombrées. Les infestations sur ces parcelles ont été significativement plus faibles que celles rencontrées sur les parcelles recevant le programme actuel d'interventions sur seuil (Figure 2 et Tableau 1) probablement du fait d'un plus grand nombre d'interventions (Figure 2) : 3 en moyenne par parcelle au lieu d'une seule.

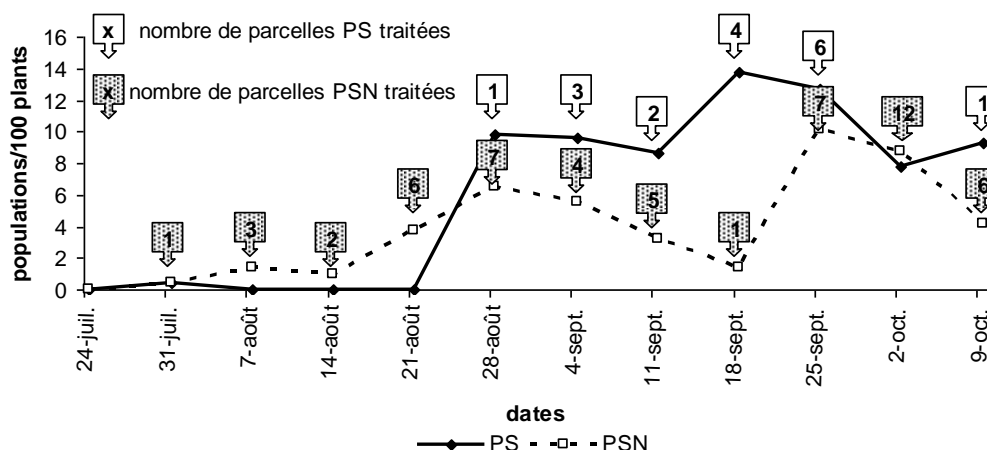


Figure 2 : Evolution des infestations de chenilles de la capsule en fonction des programmes d'interventions sur seuil et indications par date du nombre de parcelles traitées en fonction de ces programmes

Tableau 1 : Effets des programmes de protection sur les infestations cumulées de chenilles de la capsule

	nombre cumulé pour 100 plants
PS	72,0 b
PSN	46,3 a
F protections	14,92
Signification en %	0,1

Avec la nouvelle règle de décision pour intervenir contre les chenilles de la capsule, le nombre d'interventions pratiquées alors que les infestations ne le justifiaient pas (<5 chenilles pour 25 plants) a donc été plus important qu'au cours de la précédente campagne (Figure 3) mais surtout lorsque les infestations ont commencé à croître à la fin du mois d'août et lorsqu'elles ont commencé à baisser au début du mois d'octobre.

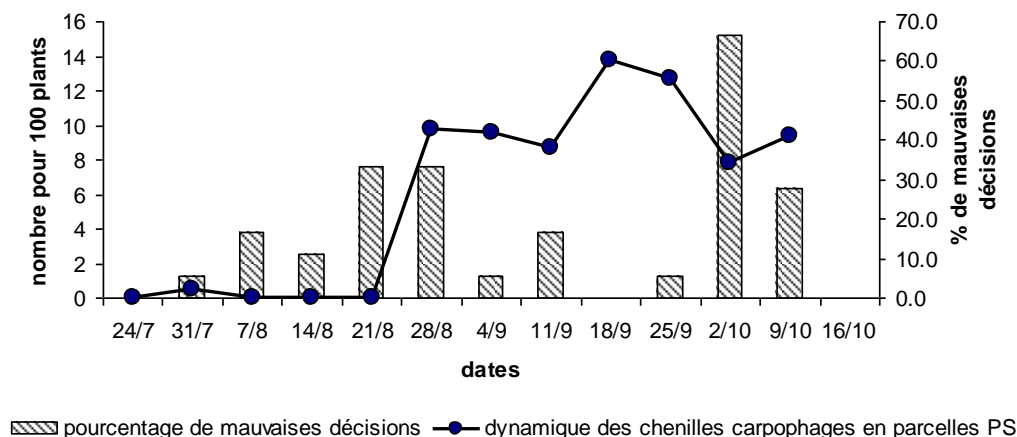


Figure 3 : Importance des mauvaises décisions d'interventions avec le nouvelle règle au cours de la campagne

Les différences d'infestations en chenilles de la capsule observées entre les deux programmes d'interventions sur seuil n'ont eu aucune incidence significative sur les charges en capsules des cotonniers (Tableau 2) quelle que soit la date d'observation.

Tableau 2 : Effets des programmes de protection sur l'évolution des charges en capsules de cotonniers

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PS	2,5	8,1	22,4	48,3
PSN	3,0	9,1	24,9	46,8
F protections	0,52	0,84	1,93	0,20
Signification en %	48,6	37,7	18,0	66,3

Cette absence d'influence des programmes de protection sur les charges en capsules des cotonniers tout au long de la campagne se retrouve au niveau des rendements en coton graine (Tableau 3). Mais, comme le nombre d'interventions a été significativement plus élevé avec la nouvelle règle de décision celle-ci montre des performances économiques significativement plus faibles (Tableau 3).

Tableau 3 : Effets des programmes de protection sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitement par ha	produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha
PS	1554,7	4,6	0,9 a	251 071 a
PSN	1528,6	4,4	3,0 b	234 908 b
F protections	1,19	0,79	61,73	17,35
Signification en %	29,0	39,0	0,0	0,1

Sur la base des résultats des deux campagnes 2006 et 2007², seul le produit diminué des coûts de protection reste significativement en défaveur de la nouvelle règle de décision (221 301 F CFA/ha vs 236 825 F CFA/ha significatif à 2,6 % avec un F = 588,24). Pour le rendement en coton graine les valeurs sont respectivement de 1 401,5 kg/ha vs 1 451,8

² elles ont été très différentes en pression de la part des chenilles de la capsule : 2006 a connu de très faibles infestations et 2007 des infestations presque 6 fois plus élevées

kg/ha significatif à 29,2 % avec un $F = 4,29$. Enfin pour le nombre d'interventions les valeurs suivantes sont obtenues : 1,72 intervention/ha contre 0,47 significatif à 36,8 % avec un $F = 2,40$. L'option qui a été prise dans ces deux études, à savoir de confondre seuil opérationnel et seuil réel, pourrait en être à l'origine ces résultats car avec le seuil réel un nombre inférieur de plants aurait été observé (9 au lieu de 12) ce qui aurait conduit à un nombre plus faible d'interventions et à des performances économiques meilleures.

Lorsque l'on étudie les variations du ratio des rendements entre parcelles protégées avec la nouvelle règle et parcelles protégées avec le programme actuel d'interventions sur seuil on note qu'en dessous de 1 500 kg/ha la nouvelle règle est plus favorable (Figure 4) et il en est de même pour les produits diminués des coûts de protection (Figure 5). Toutefois si ces influences apparaissent de manière significative elles restent difficiles à expliquer car aucun autre lien n'apparaît entre ces ratios et d'autres variables observées (densité de plantation ou dénombrements de chenilles de la capsule).

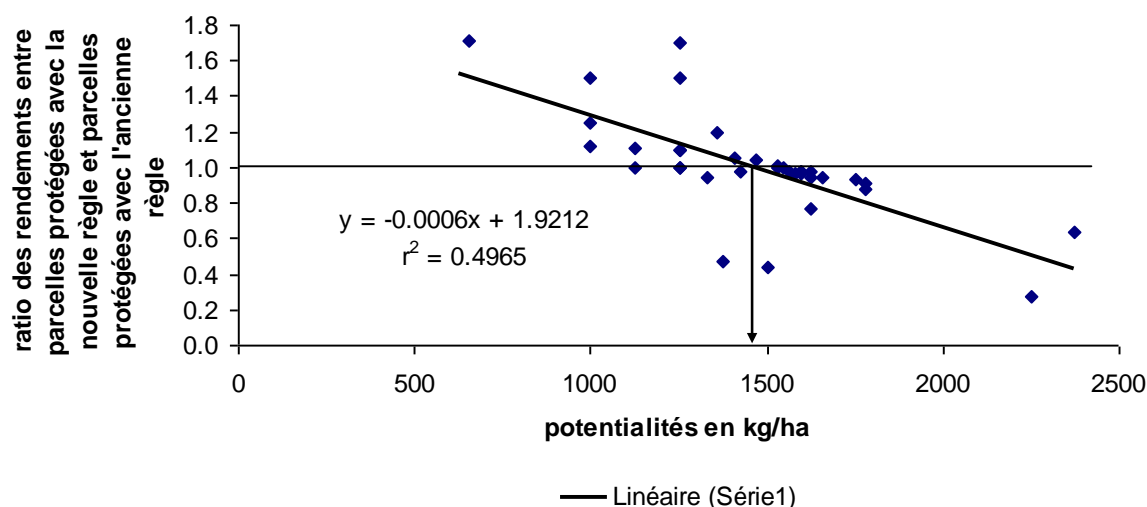


Figure 4: variations du ratio des rendements entre parcelles protégées sur seuil avec la nouvelle règle de décision et parcelles protégées avec le programme actuel d'intervention sur seuil en fonction des potentialités de la culture

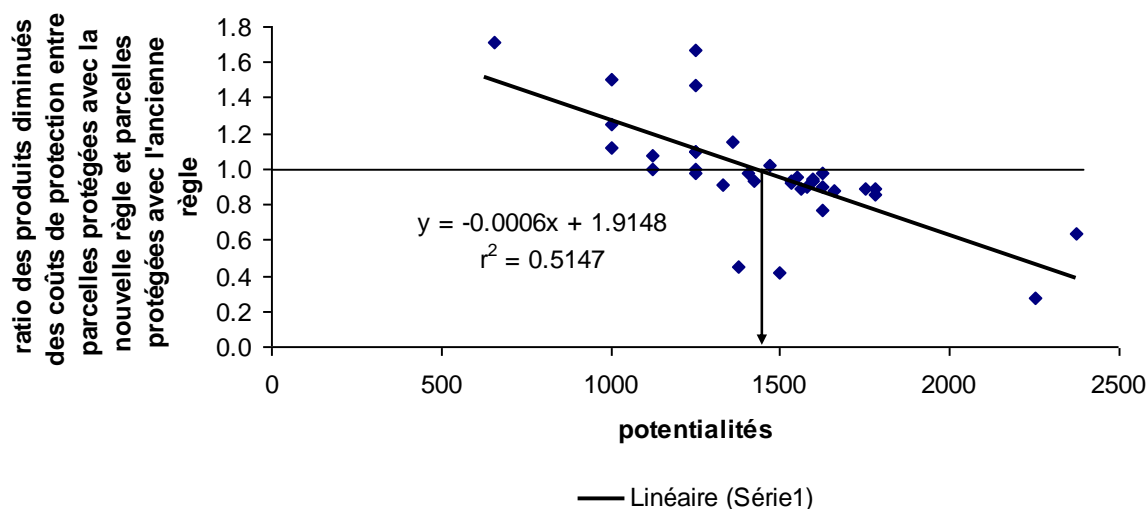


Figure 5 : variations du ratio des produits diminués des coûts de protection entre parcelles protégées sur seuil avec la nouvelle règle de décision et parcelles protégées avec le programme actuel d'intervention sur seuil en fonction des potentialités de la culture

5 Conclusions et discussion

La nouvelle règle pour intervenir contre les chenilles de la capsule conduit à un meilleur contrôle de ces ravageurs résultant d'un plus grand nombre d'applications insecticides qui la pénalisent en termes de rentabilité et de protection de l'environnement et de la santé humaine même si elle procure en moyenne 50 % d'économies d'insecticides par rapport à un programme d'interventions calendaires. Abaisser le nombre de plants à observer avec cette nouvelle règle améliorerait ses performances.

VARIATION DE LA RENTABILITE DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN FONCTION DES POTENTIALITES DES CULTURES AU MALI

1 Justification

Les études conduites depuis 2002 à propos des programmes actuels d'interventions sur seuil montrent que leur rentabilité par rapport au programme d'applications calendaires s'amenuise lorsque les potentialités de la culture augmentent. Il importe donc de vérifier cette influence pour proposer si nécessaire d'autres programmes d'interventions sur seuil pour de fortes potentialités.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de confirmer une dernière fois l'influence des potentialités de la culture sur la rentabilité du programme actuel d'interventions sur seuil par rapport au programme d'applications calendaires.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Le programme actuel d'interventions sur seuil a été comparé au programme d'applications calendaires pour quatre niveaux de fertilisation de la culture cotonnière (Tableau 1).

Tableau 1 : fertilisations étudiées en kg/ha

	modalité	engrais complet	urée
fertilisation minérale	F1	0	0
	F2	100	50
	F3	200	100
	F4	400	150

Le programme d'applications calendaires (PV) comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ème} JAL. Le programme actuel d'interventions sur seuil (PS) reposait sur des interventions dès que le niveau de 5 chenilles carpophages pour 25 plants était atteint.

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ème} puis remplacé par une association pyréthrianoïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique et parcelles élémentaires

Un dispositif split plot à 6 répétitions a été adopté. Le premier facteur était relatif à la protection phytosanitaire. Le deuxième facteur concernait la fertilisation minérale. La parcelle élémentaire sera de 64 m² soit : 8 lignes de 10 mètres mais seules les 6 lignes centrales seront protégées par des applications insecticides.

3.3 conditions de culture

En dehors de la fertilisation et de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et densité de plantation) ont été celles recommandées par le développement. Cette étude a été semée le 21 juin.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

A partir 30^{ième} jour après la levée, les chenilles carpophages ont été dénombrées une fois par semaine sur 25 plants par parcelle élémentaire.

3.4.2 dénombrement de capsules

Aux 70^{ième}, 80^{ième}, 90^{ième}, 100^{ième} et 110^{ième} JAL, on a observé 10 plants par parcelle. Pour chaque plant on a relevé le nombre de capsules portées ayant un diamètre supérieur à celui d'une pièce de 25 F CFA.

3.4.3 rendement et stand

La production de coton graine des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée puis pesée. Parallèlement le nombre de plants présents sur l'ensemble des quatre lignes centrales de chaque parcelle a été relevé.

4 Résultats

L'espèce carpophage *Earias* sp a été dominante sur l'ensemble de la campagne (44,3 % des chenilles dénombrées) mais surtout avant le 10 septembre (Figure 2). De même l'espèce *Helicoverpa armigera* Hübner fut la moins représentée (22,1 % des chenilles dénombrées).

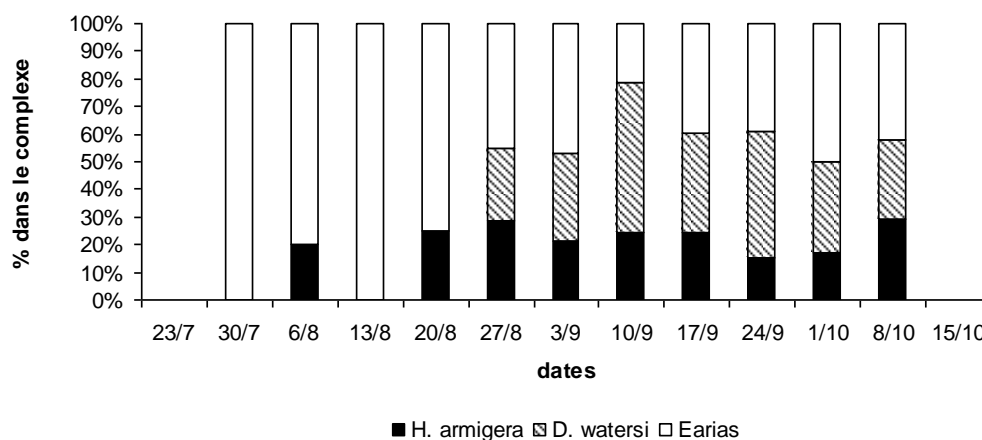


Figure 2 : Importance relative des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

Les infestations ont été dans l'ensemble plus élevées qu'au cours des campagnes précédentes mais surtout à partir de la mi-septembre (Figure 2). En conséquence à partir de cette date et par rapport aux campagnes précédentes un nombre plus élevé d'interventions sur seuil a été réalisé avec le programme actuellement diffusé (Figure 2) même s'il reste en moyenne modeste (1,25 traitement par hectare en moyenne).

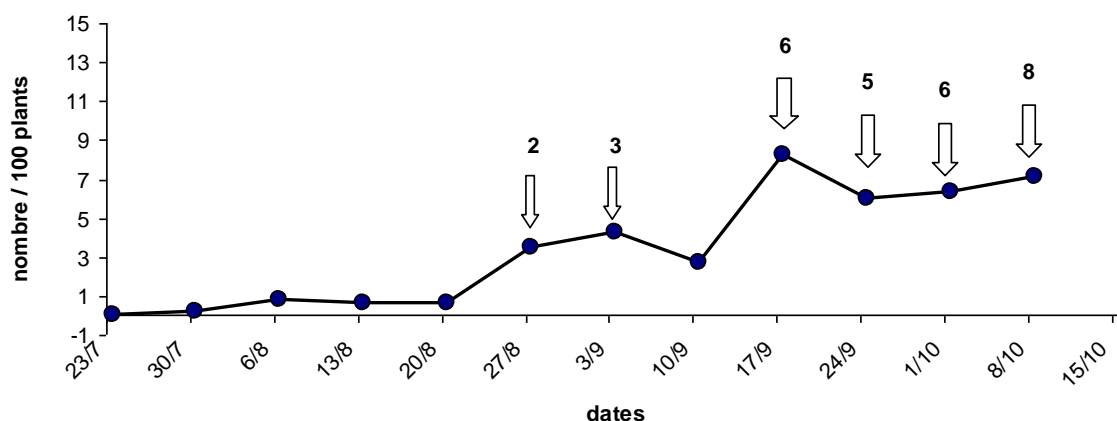


Figure 2 : Evolution moyenne des infestations de chenilles carpophages et nombre de parcelles traitées sur seuil en fonction de l'avancement de la campagne

Puisqu'il fallait attendre un niveau d'infestations de 5 chenilles pour 25 plants avant d'intervenir, les infestations de chenilles de la capsule ont été significativement plus élevées sur les parcelles recevant ce programme de protection (Tableau 2) et aucun effet significatif du niveau de fertilisation ($F = 0,3$ significatif à 83,6 %) et de l'interaction de ce facteur avec les programmes de protection ($F = 1,2$ significatif à 32,0 %) n'a été observé.

Tableau 2 : Effets des programmes de protection sur les infestations cumulées de chenilles carpophages

	nombre cumulé pour 100 plants
PV	0,8 a
PS	79,6 b
F protections	802,6
Signification en %	0,0
Transformation	$\sqrt{x+1}$

Toutefois ces plus fortes infestations n'ont eu aucune incidence sur les charges en capsules de cotonniers aux différentes dates d'observations (Tableau 3). Par contre dès le 90^{ème} jour après la levée, lorsque la fertilisation augmente les charges en capsules des cotonniers s'élèvent (Tableau 3). Mais, ce sont surtout les charges en capsules des cotonniers des parcelles ayant reçu le niveau de fertilisation le plus élevé qui se distinguent des autres de manière significative (Tableau 4). A la récolte (Tableau 4) en dehors d'un nombre d'applications significativement plus faible avec le programme actuel d'interventions sur seuil, les seuls effets hautement significatifs qui apparaissent concernent les niveaux de fertilisation pour les rendements en coton graine et les produits diminués des coûts de protection et du coût de tous les intrants³ avec une très grande différenciation entre ces niveaux de fertilisation. Même si l'interaction entre programme de protection et niveau de fertilisation n'est pas significative on notera que les produits diminués des coûts de protection et du coût de tous les intrants sont toujours en faveur du programme actuel d'intervention sur seuil sauf pour le niveau de fertilisation le plus élevé.

³ sur la base des 6 dernière campagne le sac de 50 kg d'engrais complet coûtait 12 827 F CFA et celui d'urée 11 028 F CFA

Tableau 3 : Effets des programmes de protection et des niveaux de fertilisation sur les évolutions de charges en capsules de cotonniers

	nombre de capsules pour 10 plants à			
	80 JAL	90 JAL	100 JAL	110 JAL
PV	3,1	8,1	22,8	47,9
PS	2,0	7,4	20,7	48,6
F protections	3,86	0,27	0,45	0,04
Signification en %	10,5	62,7	53,5	84,3
F1	2,3	5,5 b	15,2 b	32,9 b
F2	2,3	5,9 b	18,9 b	39,7 b
F3	2,2	8,3 ab	21,9 b	47,1 b
F4	3,5	11,4 a	30,8 a	73,3 a
F fertilisations	0,84	4,84	9,21	17,64
Signification en %	48,6	0,7	0,0	0,0
PV F1	2,5	5,2	15,5	29,7
PS F1	2,0	5,8	14,8	36,2
PV F2	2,8	6,7	20,0	41,3
PS F2	1,7	5,2	17,8	38,0
PV F3	3,0	8,2	24,0	48,5
PS F3	1,3	8,3	19,8	45,7
PV F4	4,2	12,5	31,5	72,2
PS F4	2,8	10,3	30,2	74,5
F interaction	0,12	0,30	0,12	0,31
Signification en %	94,5	83,0	94,7	82,3

Tableau 4 : Effets des programmes de protection et des niveaux de fertilisation sur les caractéristiques à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	nombre de traitements par ha	produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha	produit diminué des coûts des intrants en F CFA/ha
PV	1244,1	3,8	6,0 b	170 645	109 209
PS	1165,4	3,7	1,3 a	185 069	123 632
F protections	0,81	0,05	773,59	0,97	1,01
Signification en %	41,3	82,2	0,0	37,3	36,2
F1	115,9 d	3,6	3,5	-1 084 d	- 1 084 c
F2	864,6 c	3,8	3,7	121 489 c	84 807 b
F3	1281,3 b	3,7	3,5	191 200 b	117 837b
F4	2557,3 a	3,9	3,8	399 823 a	264 123 a
F fertilisations	158,52	0,52	0,70	171,20	79,08
Signification en %	0,0	67,9	56,5	0,0	0,0
PV F1	114,6	3,5	6,0	-15 731	- 15 732
PS F1	117,2	3,6	1,0	13 563	13 563
PV F2	862,0	4,0	6,0	107 589	70 907
PS F2	867,2	3,5	1,3	135 389	98 706
PV F3	1307,3	3,8	6,0	181 065	107 701
PS F3	1255,2	3,6	1,0	201 336	127 972
PV F4	2692,7	3,8	6,0	409 659	273 959
PS F4	2421,9	4,0	1,7	389 898	254 288
F interaction	0,65	0,97	0,70	0,81	0,81
Signification en %	59,4	42,2	56,5	50,2	50 2

D'ailleurs le niveau de potentialité au dessus duquel le programme actuel d'interventions sur seuil offre des performances économiques inférieures à celle du programme d'interventions calendaire se situe à 1 960 kg/ha (Figure 3).

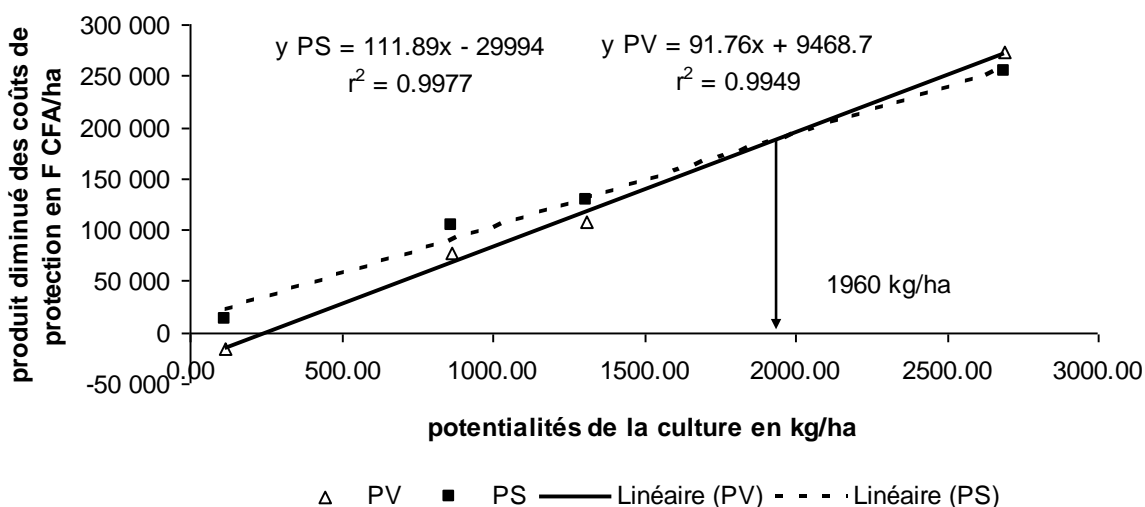


Figure 3 : Influence des potentialités de la culture sur les performances économiques des programmes de protection

5 Conclusions et discussion

Cette étude confirme que le programme actuel d'interventions sur seuil ne s'avérera plus rentable que le programme d'interventions calendaires que si les potentialités de la culture ne sont pas trop élevées. Même si le niveau de potentialité à partir duquel le programme d'interventions sur seuil se révèle moins rentable que le programme d'interventions calendaires ne peut encore être fixé avec précision, il conviendra de mettre au point d'autres programmes d'interventions sur seuil pour des potentialités élevées de la culture. Parallèlement il serait intéressant de recenser en milieu producteur l'importance des cultures à fortes potentialités pour justifier de telles recherches.